

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 7 月 28 日 (28.07.2005)

PCT

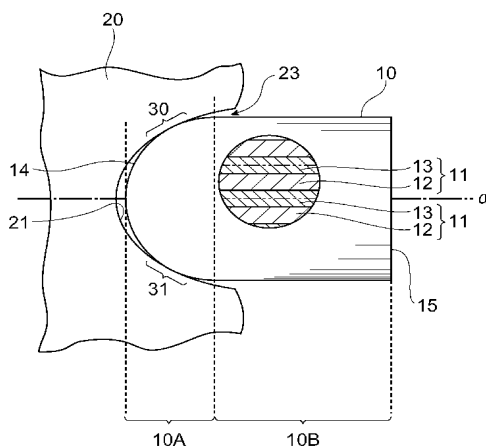
(10) 国際公開番号  
WO 2005/068935 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01B 11/24 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019537 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 野中 克俊 (NON-  
AKA, Katsutoshi) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市  
(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 27 日 (27.12.2004) 野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内  
Shizuoka (JP). 菅原 武雄 (SUGAWARA, Takeo) [JP/JP];  
〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜  
(25) 国際出願の言語: 日本語 松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.);  
〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 1 0 番 6 号銀座  
ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).  
(30) 優先権データ: 特願2004-009698 2004 年 1 月 16 日 (16.01.2004) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.)  
[JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地  
の 1 Shizuoka (JP).  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,

[続葉有]

(54) Title: CURVED SURFACE SHAPE INSPECTION METHOD, FIBER OPTICAL BLOCK, AND CURVED SURFACE SHAPE INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 曲面形状検査方法、ファイバ光学ブロック、及び、曲面形状検査装置



(57) Abstract: A fiber optical block (10) is formed by a plurality of optical fibers (11) each consisting of a core region (12) and a clad region (13). The fiber optical block (10) has an input end face (14) consisting of first ends of the respective optical fibers and curved at least partially. The input end face (14) is pressed against a measurement surface of an object to be measured and having a curved surface. An optical image is formed by contact between the input end face and the measurement surface and is outputted from an output end face (15) of the fiber optical block. By using the optical image, the curved surface shape of the object to be measured is inspected. Thus, it is possible to realize a curved surface shape inspection method, a fiber optical block, and a curved surface shape inspection device capable of easily inspecting a curved surface shape.

(57) 要約: コア領域 12 及びクラッド領域 13 からなる光ファイバ 11 が複数束ねられ一体に成形されたファイバ光学ブロック 10 における、各光ファイバの一端から構成され少なくとも一部が湾曲している入力端面 14 と、被測定対象における曲面形状を有する測定面とを互いに押し付ける。そして、ファイバ光学ブロックの出力端面 15 から出力され、入力端面と測定面とが接触することにより形成された光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査する。これにより、簡易に曲面形状を検査することができる曲面形状検査方法、ファイバ光学ブロック、及び曲面形状検査装置が実現される。



WO 2005/068935 A1



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 曲面形状検査方法、ファイバ光学ブロック、及び、曲面形状検査装置 技術分野

[0001] 本発明は、曲面形状検査方法、ファイバ光学ブロック、及び、曲面形状検査装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 自動車に使用されている等速ジョイントの溝形状の測定は、例えば、次のようにして行われている。まず、微粉末と液体とを混ぜた混合物を測定すべき測定面に塗布する。そして、規格寸法の球体を測定面に押し付け、それによって接触部分にできた線をノギスなどで測定する。しかしながら、このような方法では、作業が煩雑であり溝形状の測定精度が高くない。

[0003] これに対して、特許文献1及び特許文献2には、曲面形状を測定するための装置が開示されている。以下に、特許文献1及び特許文献2に記載の装置による曲面形状の測定方法について説明する。

[0004] 特許文献1記載の測定装置では、まず、ボール転動溝によって転動すべきボールと同一直径を有しており主軸に形成された球状部を、ボール転動溝に係合させる。次に、主軸を、主軸の軸線周りに回転させる。この際、球状部から突出し、ボール転動溝に接触している接触子の動きを測定する。これにより、ボール転動溝の形状が測定される。

[0005] 特許文献2記載の測定装置では、測定すべきワークの曲面と、拘束部材の水平拘束面及び垂直拘束面との間に基準球を拘束する。その状態で、ワークの基準位置から水平拘束面までの距離を測定する。この測定を、異なる径を有する3つの基準球に対して行う。そして、それらの測定値を利用して幾何学的にワークの曲面の曲率半径と曲率中心の位置とを算出する。

特許文献1:実公昭61-17365号公報

特許文献2:特開平8-285506号公報

発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献1記載の測定装置では、装置が複雑であり、また、精密測定であることから、装置の使用場所が制限される。また、曲面形状を正確に測定するためには測定点を多くしなければならない。特許文献2記載の測定装置では、複数の基準球を用いなければならないため、基準球ごとにワークの基準位置から水平拘束面までの距離の測定が必要になる。このように、特許文献1及び特許文献2記載の測定装置による測定においても、測定作業は煩雑である。
- [0007] 本発明の目的は、簡易に曲面形状を検査することができる曲面形状検査方法、その検査方法に用いられるファイバ光学ブロック、及び、そのファイバ光学ブロックを適用した曲面形状検査装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

- [0008] 上記課題を解決するために、本発明に係る曲面形状検査方法は、コア領域及びコア領域を取り囲むクラッド領域からなる光ファイバが複数束ねられ一体に成形されたファイバ光学ブロックにおける、各光ファイバの一端から構成され少なくとも一部が湾曲している入力端面と、被測定対象における曲面形状を有する測定面とを互いに押し付け、入力端面と反対側に位置するファイバ光学ブロックの出力端面から出力され、入力端面と測定面とが接触することにより形成された光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査することを特徴とする。
- [0009] 上記方法においては、複数の光ファイバから構成されているファイバ光学ブロックの入力端面と、被測定対象の曲面形状を有する測定面とを互いに押し付ける。そして、ファイバ光学ブロックの出力端面から出力され、入力端面と測定面とが接触することにより形成された光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査する。
- [0010] 光学像は、入力端面と測定面とが接触することにより形成された像であり、入力端面と測定面との接触パターンに対応している。したがって、光学像を検査することにより、被測定対象の曲面形状が検査できる。
- [0011] この場合、ファイバ光学ブロックを被測定対象に押し付ければ被測定対象の曲面形状を検査できるため、検査が容易である。また、微粉末を使わないので作業性を向上させることができる。

- [0012] また、本発明に係るファイバ光学ブロックは、被測定対象の曲面形状の検査に適用され、コア領域及びコア領域を取り囲むクラッド領域からなる光ファイバが複数束ねられ一体に成形されており、各光ファイバの一端から構成され少なくとも一部が湾曲している入力端面と、入力端面と反対側に位置し、入力端面に入射された光により形成される光学像を出力する出力端面とを備えることを特徴とする。
- [0013] 上記構成では、ファイバ光学ブロックにおいて、少なくとも一部が湾曲している入力端面から各光ファイバに入射された光は、各光ファイバによって導光される。そして、各光ファイバを伝搬してきた光によって形成される光学像が出力端面から出力される。
- [0014] 被測定対象の曲面形状の検査においては、被測定対象における曲面形状を有する測定面に入力端面が押し付けられて検査が実施される。この場合、上記光学像は、入力端面と測定面との接触パターンに対応する。そのため、光学像を検査することによって被測定対象の曲面形状を検査することができる。ここで、検査は、例えば、実際に出力端面から出力された光学像と、被測定対象が所望の曲面形状を有している場合に形成されるべき光学像とを比較することによって実施される。
- [0015] 上記構成のファイバ光学ブロックを用いた曲面形状の検査では、被測定対象に押し付ければ被測定対象の曲面形状を検査できるため、検査が容易である。また、微粉末を使わないので作業性を向上させることができる。
- [0016] また、本発明に係る曲面形状検査装置は、被測定対象の曲面形状を検査する曲面形状検査装置であって、上記したファイバ光学ブロックと、ファイバ光学ブロックの出力端面を臨むように設けられ、出力端面から出力される光学像を撮像するための撮像手段とを備えることを特徴とする。
- [0017] 上記構成では、本発明に係るファイバ光学ブロックの出力端面から出力される光学像が、撮像手段により撮像される。
- [0018] 被測定対象の曲面形状の検査において、曲面形状を有する被測定対象の測定面と、入力端面とを互いに押し付けた場合に形成される光学像は、測定面と入力端面との接触パターンに対応する。そのため、光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査することができる。そして、上記構成の曲面形状検査装置では、出力端面から出力

された光学像は、撮像手段で撮像されるため、モニタなどに映し出された光学像を用いて検査をすることが可能である。したがって、検査が容易であると共に、検査を自動化することができる。

### 発明の効果

- [0019] 本発明によれば、簡易に曲面形状を検査することができる曲面形状検査方法、その曲面形状検査方法に使用できるファイバ光学ブロック、そのファイバ光学ブロックを用いた曲面形状検査装置を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0020] [図1]図1は、第1の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。
- [図2]図2は、被測定対象20の一例の構成を示す平面図である。
- [図3]図3は、検査実施時の出力端面15の正面図である。
- [図4]図4は、検査パターン41が形成された出力端面15の正面図である。
- [図5]図5は、ファイバ光学ブロック10と被測定対象20との位置関係の説明図である。
- 。
- [図6]図6は、位置調整パターン42が形成された出力端面15の正面図である。
- [図7]図7は、第2の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。
- [図8]図8は、第2の実施形態における検査時の光学像32<sub>2</sub>の模式図である。
- [図9]図9は、第3の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。
- [図10]図10は、第4の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。
- [図11]図11は、第5の実施形態に係る曲面形状検査装置の構成を示す模式図である。
- る。
- [図12]図12は、第6の実施形態に係る曲面形状検査装置の構成を示す模式図である。
- る。
- [図13]図13は、第7の実施形態に係る曲面形状検査装置の構成を示す模式図である。
- る。
- [図14]図14は、ファイバ光学ブロックの変形例の側面図である。
- [図15]図15は、ファイバ光学ブロックの更に他の例の斜視図である。

### 符号の説明

[0021] 10…ファイバ光学ブロック、12…コア領域、13…クラッド領域、14…入力端面、15…出力端面、20…被測定対象、21…測定面、30, 31…接触部、32…光学像、33, 34…接触部像、41…検査パターン、42…位置調整パターン、50…膜、51…発光性液体、52…散乱性液体、60…照明手段、70, 80, 90…曲面形状検査装置、71, 81…撮像手段、72…レンズ系、91…ファイバ光学ブロック、91B…胴体部(出力端面を含む所定の領域)、92…光ファイバ、92A, 92B…光ファイバ、93A, 93B…コア領域、94A, 94B…クラッド領域、95B…光吸収体。

### 発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、図面とともに本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0023] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。

[0024] 本実施形態の曲面形状検査方法では、図1に示すようにファイバ光学ブロック10を被測定対象20における曲面形状を有する測定面21に接触させて検査する。

[0025] 図1に示すファイバ光学ブロック10は、光ファイバ11が複数束ねられ一体に成形されたものである。複数の光ファイバ11は、その光軸がほぼ平行になるように束ねられている。光ファイバ11は、例えば、マルチモード光ファイバである。各光ファイバ11は、コア領域12及びコア領域12を取り囲むクラッド領域13からなる。なお、図1中に示すファイバ光学ブロック10の内部構造は、説明の便宜のため拡大して示している。また、二点鎖線は、光ファイバ11の境界を示すものである。

[0026] ファイバ光学ブロック10は、半球状部10Aと、半球状部10Aに隣接する胴体部10Bとを有する。半球状部10Aは、胴体部10Bと反対側に入力端面14を有する。入力端面14は、各光ファイバ11の一端から構成されており、その形状は半球状である。入力端面14の曲率は、検査の基準とすべき曲率とする。

[0027] また、胴体部10Bは、略円柱状であって、半球状部10Aと反対側に、言い換えれば、光ファイバ11の光軸方向において入力端面14と反対側に出力端面15を有する。出力端面15は、各光ファイバ11の光軸に略直交しており、入力端面14に入射された光により形成される光学像を出力する。

- [0028] このように、ファイバ光学ブロック10においては、入力端面14から入力された光は、各光ファイバ11によって伝搬されて出力端面15から出力される。したがって、出力端面15からは、入力端面14に入力される光のパターンに対応したパターンを有する光学像が出力される。
- [0029] 上記ファイバ光学ブロック10は、例えば、複数の光ファイバ11を先ず略円柱状に束ねて一体成形し、一方の端部を半球状に研磨して製造される。
- [0030] ファイバ光学ブロック10を用いて好適に検査されるべき被測定対象20について説明する。図2は、被測定対象20の一例の平面図である。図2の被測定対象20は、自動車に使用される等速ジョイントの内輪である。
- [0031] 被測定対象20は、図2に示すようにトルク伝達ボール22を転動させるための複数のボール転動溝23を周方向に有している。ボール転動溝23は、被測定対象20の軸線方向(紙面に略垂直方向)に延在している。等速ジョイントは、トルク伝達ボール22を挟んで内輪と、外輪(不図示)とを結合させて構成される。等速ジョイントにおいては、内輪が軸線を中心として回転した際に、トルク伝達ボール22を介して外輪にトルクを伝達させる。本実施形態においては、このボール転動溝23の内面の曲面形状を検査する。すなわち、ボール転動溝23の内面が測定面21に相当する。
- [0032] 図1を参照して、被測定対象20の曲面形状の検査方法について説明する。検査時には、ファイバ光学ブロック10の入力端面14と、被測定対象20における曲面形状を有する測定面21とを互いに押し付ける。入力端面14を測定面21に押し付けてもよいし、被測定対象20を入力端面14に押し付けてもよい。このように入力端面14と測定面21とを押し付ける際には、ファイバ光学ブロック10の中心軸線 $\alpha$ が、ボール転動溝23の最深部近傍と交差するように、ファイバ光学ブロック10と被測定対象20とを互いに押し付ける。
- [0033] 入力端面14と測定面21とが押し合わされると、入力端面14は半球状であるため、測定面21と入力端面14とは2箇所接する。逆に、測定面21と入力端面14とが2箇所接するように入力端面14の曲率を設定しておく。ここで、図1に示すように、入力端面14と測定面21とが接している領域を、接触部30、31とする。
- [0034] 接触部30、31が形成されたことに応じて、出力端面15から出力される光学像は変



化する。より具体的には、入力端面14と測定面21との接触パターンに対応した光学像が出力端面15から出力される。

[0035] 図3は、検査実施時の出力端面15の正面図である。

[0036] 図3に示す光学像32は、上述したように入力端面14と測定面21とが接触することにより形成された像であって、入力端面14と測定面21との接触パターンに対応している。換言すれば、光学像32は、入力端面14と測定面21との2つの接触部30, 31に対応する接触部像33, 34を含んで構成されている。

[0037] 入力端面14の形状は既知であるので、測定面21(すなわち、図2のボール転動溝23の内面)が所望の曲面形状である場合における2つの接触部像間の距離は予測可能である。これにより、測定面21が所望の曲面形状である場合における2つの接触部像33, 34の距離を基準値として設定できる。したがって、実際に入力端面14と測定面21とが接触して形成された接触部像33, 34間の距離D1の測定値と、基準値とを比較することによって測定面21の曲面形状が所望の曲面形状になっているか検査することができる。接触部像33, 34間の距離の測定は、例えば、図3に示すようにノギス40を用いて測定すればよい。

[0038] また、本実施形態のように、被測定対象20が等速ジョイントの内輪である場合、ボール転動溝23が延びている方向にファイバ光学ブロック10及び被測定対象20の少なくとも一方を移動させ、その接触部像33, 34間の距離D1の変化を調べることで、ボール転動溝23の延在方向における曲面形状の均一性を検査することができる。

[0039] 更に、複数のボール転動溝23に対してファイバ光学ブロック10を用いて曲面形状を検査することによって、夫々のボール転動溝23間における曲面形状の均一性を検査できる。

[0040] 上述したように半球状の入力端面14は、光ファイバ11の一端から構成されている。そのため、入力端面14を構成している光ファイバ11の端面は傾斜しており、いわゆるスラント形状である。一方、出力端面15は、光ファイバ11の光軸に対して略直交しており平面である。したがって、上記接触パターンは、縮小されて出力端面15から出力される。そのため、ファイバ光学ブロック10を用いて検査することにより、検査精度が向上する。

- [0041] 接触部像33, 34間の距離D1は上述したようにノギス40を用いて測定してもよいが、出力端面15に検査パターン41を用いることが好ましい。
- [0042] 図4は、検査パターン41が形成された出力端面15の正面図である。
- [0043] 検査パターン41は、例えば、図4のパターン例(a)に示すように複数の同心円のパターンである。また、パターン例(b)に示すように目盛りがついた目盛りパターンも使用できる。検査パターン41は、出力端面15に蒸着・エッチングなどで形成する。また、薄いシートを貼り付けて形成することもできる。
- [0044] このように検査パターン41を出力端面15に設けることによって、検査パターン41と、接触部像33, 34(すなわち、光学像32)とを1対1に対応させて検査できる。ノギスなどで改めて距離を測定しなくてもよいため、検査が容易になる。
- [0045] ところで、測定面21と入力端面14との合わせ方により接触部像33, 34間の距離は変化する。図5は、ファイバ光学ブロック10及び被測定対象20の位置関係の説明図である。図5に示すようにファイバ光学ブロック10の中心軸線 $\alpha$ が、ボール転動溝23の最深部近傍を通らない場合、出力端面15に現われる接触部像33<sub>1</sub>, 34<sub>1</sub>間の距離D2は、図3に示す接触部像33, 34間の間の距離D1よりも短くなり、検査に誤差が生じる。
- [0046] ファイバ光学ブロック10が測定面21に対して正しく(すなわち、中心軸線 $\alpha$ がボール転動溝23の最深近傍をとるように)セットされた場合、接触部像33, 34は、図3に示すように出力端面15の中心Oからほぼ等距離に現われる。そのため、ファイバ光学ブロック10と被測定対象20との位置関係を考慮した誤差と検査規格を考慮した2本の同心円からなる位置調整パターン42を、出力端面15に設けることが好ましい。
- [0047] 図6は、位置調整パターン42が形成された出力端面15の正面図である。位置調整パターン42は、蒸着・エッチングによって形成してもよいし、出力端面15に薄いシートを貼り付けても良い。図6中、斜線を付して位置調整パターン42を明示している。
- [0048] この場合、図3に示す接触部像33, 34が位置調整パターン42内にあるか否かによりファイバ光学ブロック10の測定面21へのセット位置の確認と検査の可否を判断できる。逆に、位置調整パターン42内に接触部像33, 34が位置するように、ファイバ光学ブロック10の位置又は被測定対象20の位置を調整すればよい。このようにファイ

バ光学ブロック10又は被測定対象20の位置を調整することにより、検査ごとの測定誤差のばらつきを所望の範囲内に抑えることができる。

[0049] なお、図4に示す検査パターン41が出力端面15に設けられている場合には、検査パターン41を位置調整パターン42として用いても良い。換言すれば、検査パターン41は位置調整パターン42としても機能する。

[0050] 上述した本実施形態に係るファイバ光学ブロック10を用いた曲面形状検査方法では、入力端面14と測定面21と互いに押し付け、出力端面15に出力される2つの接触部像33, 34間の距離D1を測定することにより被測定対象20の曲面形状を検査する。そのため、検査が容易である。また、従来のように微粉末を使わないので環境を害することがなく、作業性を向上させることができる。更に、入力端面14側の光ファイバ11の端面は、スラント形状になっているため、接触パターンは出力端面15に縮小されて出力される。したがって、検査精度が向上している。

[0051] (第2の実施形態)

図7(a)は、第2の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。図7(b)は、接触部31の拡大図である。

[0052] 第1の実施形態の検査方法では、測定面21と入力端面14とを直に接触させているが、本実施形態の検査方法では、図7(a)に示すように透光性を有する膜50を挟んで入力端面14と測定面21とを互いに押し付け、出力端面15から出力される光学像を用いて第1の実施形態と同様に被測定対象20の曲面形状を検査する。なお、図7(a)において、膜50に斜線を引いて、膜50を明示している。

[0053] 膜50としては、例えば、透明樹脂からなるシートである。膜50は、入力端面14に蒸着により作製した有機膜でもよいし、薄く塗布された液状の膜でもよい。なお、本明細書において入力端面14及び測定面21の接触とは、このように測定面21と入力端面14との間に膜50を挟んでいる場合も含む意味である。

[0054] この場合には、被測定対象20の測定面21と入力端面14との間に膜50が挟まれていることにより、図7(b)に示すように測定面21と入力端面14との接触部31の面積が大きくなる。これは、接触部30に関しても同様である。

[0055] 図8は、本実施形態における検査時の光学像32<sub>2</sub>の模式図である。上述したように

、接触部30, 31の面積が大きくなるため、出力端面15に出力される2つの接触部像 $33_2$ ,  $34_2$ の面積も大きくなる。図8中、点線で示した像は、膜50を使用しない場合の接触部像33, 34であって、比較のために便宜的に示したものである。接触部像 $33_2$ ,  $34_2$ の面積が大きくなるため、測定面21と入力端面14との接触により形成される光学像 $32_2$ の確認が容易になる。また、膜50によりファイバ光学ブロック10の入力端面14が保護される。

[0056] (第3の実施形態)

図9は、第3の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。本実施形態の曲面形状検査方法では、光を発する発光性液体51を用いている点で第1の実施形態の検査方法と相違する。図9では、発光性液体51を明示するため、発光性液体51に斜線を付している。

[0057] 検査方法について説明する。まず、測定面21に発光性液体51を塗布する。発光性液体51としては、例えば、ケミカルライトである。そして、発光性液体51が塗布された測定面21に第1の実施形態の場合と同様に入力端面14を接触させ、出力端面15に出力される光学像32(図3参照)を用いて第1の実施形態と同様に検査する。

[0058] この場合、図9に示すように入力端面14と測定面21とが接触する領域、すなわち、接触部30, 31においては、測定面21に塗布されていた発光性液体51は接触部30, 31の周囲に押し出される。ここで、発光性液体51は光を発しており、その光は入力端面14からファイバ光学ブロック10に入射して出力端面15から出力される。接触部30, 31において、入力端面14と測定面21との間には、発光性液体51がほとんど介在していない。

[0059] そのため、出力端面15において接触部像33, 34(図3参照)の周囲は、発光性液体51がない場合に比べて明るくなる。これにより、接触部像33, 34のコントラストが向上するので、検査が容易になる。また、発光性液体51が光を発するため、例えば、測定面21を照明しなくてもよい。

[0060] (第4の実施形態)

図10は、第4の実施形態に係る曲面形状検査方法の説明図である。本実施形態の曲面形状検査方法では、第3の実施形態における発光性液体51の代わりに光を

散乱する散乱体が分散された散乱性液体52を用いている点で、第3の実施形態の検査方法と相違する。なお、図10においても散乱性液体52を明示するため、散乱性液体52に斜線を付している。

[0061] 検査方法について説明する。まず、測定面21に散乱性液体52を塗布する。散乱性液体52としては、例えば、乳白色の懸濁液である。そして、散乱性液体52が塗布された測定面21に、第3の実施形態の場合と同様に入力端面14を接触させる。この際、図10に示すようにファイバ光学ブロック10の側方からライトなどの照明手段60を用いて測定面21に塗布された散乱性液体52を照明する。そして、出力端面15に出力される光学像32(図3参照)を用いて第1の実施形態と同様に検査する。

[0062] この場合にも、図10に示すように入力端面14と測定面21とが接触する領域、すなわち、接触部30, 31となるべき測定面21の領域に塗布されていた散乱性液体52は接触部30, 31の周囲に押し出される。上述したように散乱性液体52には、光を散乱する散乱体が分散されているため、照明手段60により照明されると、照明光は散乱される。したがって、入力端面14と測定面21とが接している領域の周りは、第3の実施形態の場合と同様に明るくなるため、出力端面15における接触部像33, 34のコントラストが向上する。そのため、検査が容易になる。

[0063] (第5の実施形態)

図11は、本実施形態に係る曲面形状検査装置(以下、単に「検査装置」という)の構成を示す模式図である。

[0064] 本実施形態に係る検査装置70は、ファイバ光学ブロック10、撮像手段71、レンズ系72、及び照明手段60を含んで構成されている。

[0065] 撮像手段71は、例えば、CCDカメラであり、モニタなどに電氣的に接続されている。レンズ系72は、出力端面15と撮像手段71との間であって、出力端面15から出力された光学像を撮像手段71に入射するように配置されている。図11では、レンズを1枚示しているが、レンズを複数枚用いてもよい。照明手段60は、ファイバ光学ブロック10の側方であって、入力端面14を臨むように設けられており、入力端面14を照明できるようにになっている。照明手段60は、例えば、ライトである。

[0066] 本実施形態の検査装置70を用いた検査方法では、第1の実施形態と同様に入力

端面14と測定面21(図1参照)とを接触させる。そして、測定面21と入力端面14とが接している際に出力端面15から出力される光学像32(図3参照)を、レンズ系72を介して撮像手段71で撮像する。検査を実施する際には、照明手段60により入力端面14を照明する。検査時には、入力端面14と測定面21とは接しているため、入力端面14が照明されることにより、測定面21が照明される。

[0067] 本実施形態の場合、2つの接触部像33, 34(図3参照)を含んで構成される光学像32が撮像手段71により撮像される。そして、モニタなどに映し出された接触部像33, 34間の距離を測定する。このようにモニタなどに映し出された接触部像33, 34に基づいて曲面形状を検査するため、検査が容易になると共に、検査を自動化することが可能である。また、撮像手段71により電気信号に変換された光学像32のデータに基づいて検査を実施できる。これにより、検査精度を向上させることができる。

[0068] また、上述したように、検査実施時に、照明手段60で入力端面14が照明されると、被測定対象20の測定面21も照明される。したがって、出力端面15から出力される接触部像33, 34をより鮮明にすることが可能である。また、出力端面15から出力される接触部像33, 34がレンズ系72によって撮像手段71に入力される。したがって、接触部像33, 34をレンズ系72によって、例えば、拡大して撮像手段71に入力することが可能であり、より大きな光学像32で検査を実施できるため、検査が容易になる。

[0069] (第6の実施形態)

図12は、本実施形態に係る検査装置80の構成を示す模式図である。検査装置80は、ファイバ光学ブロック10と、撮像手段81とを含んで構成されている。検査装置80は、撮像手段81が出力端面15に取り付けられている点で第5の実施形態の検査装置70と相違する。撮像手段81は、例えば、CCD撮像素子である。

[0070] 検査装置80を用いた被測定対象20の曲面形状の検査方法は、出力端面15から出力された光学像32(図3参照)を、レンズ系72を介さずに直接撮像手段71で撮像する点以外は、第5の実施形態と同様である。なお、検査装置80は、検査装置70が備える照明手段60を有していないが、検査時には、ファイバ光学ブロック10の側方からファイバ光学ブロック10の側面を介して、測定面21と入力端面14とをライトなどの照明手段60(図11参照)で照明する。

[0071] 本実施形態の場合、撮像手段81が直接ファイバ光学ブロック10に取り付けられているため、検査装置80を小型化することが可能であり、持ち運びが容易である。そのため、例えば、被測定対象20を製造した場合に、リアルタイムで検査を簡易に実施することができる。そして、出力端面15から出力された光学像32を撮像手段81で撮像しているため、第5の実施形態と同様に、モニタなどに写し出された光学像32に基づいて検査できる。また、撮像手段81により電気信号に変換された光学像32のデータに基づいて検査を実施できる。これにより、更に検査精度を向上させることができる。

[0072] (第7の実施形態)

図13は、本実施形態に係る検査装置90の構成を示す模式図である。図13の検査装置90は、出力端面15を含む所定の領域に光を吸収する光吸収体が設けられているファイバ光学ブロック91を使用している点で第5の実施形態の検査装置80と相違する。ファイバ光学ブロック91は、第1の実施形態と同様に光ファイバ92が複数本束ねられて一体に成形されており、半球状部91Aと胴体部(出力端面15を含む所定の領域)91Bとを有する。

[0073] ただし、各光ファイバ92のうち、半球状部91Aの領域の光ファイバ92の構成と、胴体部91Bの領域の光ファイバ92の構成とが異なる。本実施形態では、光ファイバ92のうち半球状部91Aに位置する領域の光ファイバ92を説明する際には、光ファイバ92Aのように符号Aを付すものとする。また、胴体部91Bを構成する領域の光ファイバ92を説明する際には、光ファイバ92Bのように符号Bを付すものとする。第1の実施形態の場合と同様に、図9中に示すファイバ光学ブロック91の内部構造は、説明の便宜のため拡大して示している。また、二点鎖線は、光ファイバ92の境界を示している。

[0074] 図13に示すように、半球状部91Aを構成する各光ファイバ92Aは、コア領域93Aと、コア領域93Aを取り囲むように設けられているクラッド領域94Aとから構成されている。

[0075] また、胴体部91Bを構成する各光ファイバ92Bは、コア領域93Bと、コア領域93Bを取り囲むクラッド領域94Bと、そのクラッド領域94Bを更に取り囲むように設けられて

おり光を吸収する光吸収体95Bとから構成されている。

- [0076] 胴体部91Bにおけるコア領域93Bとクラッド領域94Bとの屈折率差は、半球状部91Aにおけるコア領域93Aとクラッド領域94Aとの屈折率差よりも小さくなっている。言い換えれば、胴体部91Bの各光ファイバ92BのN.A.は、半球状部91Aの各光ファイバ92AのN.A.よりも小さい。
- [0077] 上記ファイバ光学ブロック91は、例えば、次のようにして製造すればよい。まず、複数の光ファイバ92Aを束ねて一体に成形し、半球状のファイバ光学ブロックを形成して半球状部91Aとする。また、半球状部91Aを構成している複数の光ファイバ92Aと同数の光ファイバ92Bを束ねて一体に成形し、略円柱状のファイバ光学ブロックを形成して胴体部91Bとする。
- [0078] そして、半球状部91Aと胴体部91Bとを接合し一体化してファイバ光学ブロック91とする。接合する際には、半球状部91A及び胴体部91Bにおいて、対応する光ファイバ92A、92B同士の光軸が一致するように接合し一体化する。ファイバ光学ブロック91では、光ファイバ92A及び光ファイバ92Bは、一体になっているため、1本の光ファイバとして機能する。
- [0079] 上記検査装置90を用いた被測定対象20の曲面形状の検査方法は、第5の実施形態と同様である。
- [0080] 上述したように、半球状部91Aには、光を吸収する光吸収体が設けられていない。そのため、ライトなどを用いて、半球状部91Aを介して被測定対象20の測定面21（図1参照）を照明することができる。これにより、接触部像33、34からなる光学像32（図3参照）をより鮮明にすることが可能である。
- [0081] 一方、胴体部91Bには、光吸収体95Bが設けられているため、胴体部91Bにおけるコア領域93Bによって伝搬されない光は、光吸収体95Bで吸収される。したがって、隣り合う光ファイバ92Bのうち、一方の光ファイバ92Bのコア領域93Bから漏れた光が他方の光ファイバ92Bのコア領域93Bに入射するクロストークが、抑制される。また、入力端面14以外、例えば、ファイバ光学ブロック91の側方から入射した光も光吸収体95Bで吸収される。
- [0082] これにより、光ファイバ92A、92B夫々のコア領域93A、93Bを伝搬した光、言い換



えれば、入力端面14と測定面21との接触パターンをより反映した光により光学像32が形成されるため、光学像32のS/N比が向上する。

[0083] また、上述したように胴体部91Bにおけるコア領域93Bとクラッド領域94Bとの屈折率差が、半球状部91A(より具体的には、入力端面14)におけるコア領域93Aとクラッド領域94Aとの屈折率差よりも小さい。そのため、胴体部91Bでは、コア領域93Bに光が閉じ込められ難くなっている。

[0084] これにより、高次モードの光はコア領域93Bから漏れやすい。高次モードの光は、接触パターンを反映していない場合もあり、また、出力端面15から種々の角度で出力されやすく、光学像のS/N比を低減させる場合がある。そのような光がコア領域93Bから除かれる。そして、コア領域93Bから漏れた光は、上述したように光吸収体95Bで吸収される。したがって、光学像32のS/N比が更に改善される傾向にある。

[0085] そのため、本実施形態に係る検査装置90を用いた場合には、より高精度な検査を行うことが可能である。なお、本実施形態では、コア領域93Bとクラッド領域94Bとの屈折率差が、コア領域93Aとクラッド領域94Aとの屈折率差よりも小さいとしているが、それらの屈折率差は同じでもよい。ただし、胴体部91B側で小さい方が好ましいのは、上述したとおりである。

[0086] また、本実施形態では、出力端面15を含む所定の領域を胴体部91Bとしているが、入力端面14又は測定面21を照明できるように光吸収体95Bが配置されていればよい。そのため、光ファイバ92Bの光軸方向全体に光吸収体95Bが設けられていなくてもよい。また、半球状部91Aの胴体部91B側の一部まで光吸収体95Bが設けられていてもよい。

[0087] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、上記第1〜第7の実施形態に限定されないことは言うまでもない。

[0088] 図14は、ファイバ光学ブロック10の変形例の側面図である。図14の構成例(a)に示すファイバ光学ブロック100のように、半球状部だけで構成されている、言い換えれば、半球状のファイバ光学ブロックを用いて被測定対象20の曲面形状を検査してもよい。また、構成例(b)に示すファイバ光学ブロック101のように、出力端面15と反対側の入力端面102は半球状でなくてもよく、測定面21と接触させるべき領域(接触

部30, 31を形成する領域)が湾曲していればよい。

- [0089] 更に、構成例(c)に示すファイバ光学ブロック103を用いてもよい。ファイバ光学ブロック103は、中心軸線 $\alpha$ 近傍に空洞104を形成するように複数の光ファイバ11が中空体状に束ねられている。そして、その空洞104に光を伝搬させないダミー部材105が詰められている。このように複数の光ファイバ11が中空体状に束ねられている場合は、中実に束ねられている場合に比べて光ファイバ11の使用本数を少なくすることができる。なお、ダミー部材105を空洞104につめずに、中空としている場合でも検査することは可能である。
- [0090] 更にまた、図15に示すファイバ光学ブロック106のように、入力端面14側がシリンドリカル状である場合も考えられる。この場合、例えば、ボール転動溝23の延在方向の曲面形状を1回の測定で検査することも可能である。また、第7の実施形態で説明したファイバ光学ブロック91を、第1〜第6の実施形態の曲面形状検査方法に適用してもよい。更に、検査装置70, 80, 90を用いて被測定対象20の曲面形状を検査する際に、第2〜第4の実施形態で示した方法を用いることもできる。
- [0091] 更にまた、第1〜第7の実施形態では、被測定対象20は、等速ジョイントの内輪としているが、被測定対象はこれに限らない。被測定対象としては曲面形状を有していればよく、検査方法も2つの接触部像33, 34間の距離測定に限定されない。
- [0092] 例えば、入力端面14の曲率を検査すべき測定面の所望の曲率とする。測定面が所望の曲率を有している場合には、入力端面14のほぼ全面が測定面に接し、それを反映した光学像が出力端面15から出力される。そのため、入力端面14と測定面とを接触させることによる光学像のパターンを観察することにより測定面が所望の形状を有しているか検査をすることができる。
- [0093] 本発明に係る曲面形状検査方法は、一般には、コア領域及びコア領域を取り囲むクラッド領域からなる光ファイバが複数束ねられ一体に成形されたファイバ光学ブロックにおける、各光ファイバの一端から構成され少なくとも一部が湾曲している入力端面と、被測定対象における曲面形状を有する測定面とを互いに押し付け、入力端面と反対側に位置するファイバ光学ブロックの出力端面から出力され、入力端面と測定面とが接触することにより形成された光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査

することが好ましい。

- [0094] 上記方法においては、複数の光ファイバから構成されているファイバ光学ブロックの入力端面と、被測定対象の曲面形状を有する測定面とを互いに押し付ける。そして、ファイバ光学ブロックの出力端面から出力され、入力端面と測定面とが接触することにより形成された光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査する。
- [0095] 光学像は、入力端面と測定面とが接触することにより形成された像であり、入力端面と測定面との接触パターンに対応している。したがって、光学像を検査することにより、被測定対象の曲面形状が検査できる。この場合、ファイバ光学ブロックを被測定対象に押し付ければ被測定対象の曲面形状を検査できるため、検査が容易である。また、微粉末を使わないので作業性を向上させることができる。
- [0096] また、曲面形状検査方法においては、上記測定面は、被測定対象が有する溝の内面であって、上記光学像は、入力端面と測定面との2つの接触部に対応する2つの接触部像を含んで構成されており、2つの接触部像間の距離を測定することによって被測定対象の曲面形状を検査することが望ましい。
- [0097] この場合、溝の内面と入力端面とを互いに押し付けた状態で、出力端面から出力される2つの接触部像間の距離を測定することによって被測定対象の曲面形状を検査する。入力端面の形状は既知であるので、溝の内面が所望の曲面形状である場合における2つの接触部像間の距離は予め分かる。これにより、溝の内面が所望の曲面形状である場合における2つの接触部像間の距離を基準値として設定できる。したがって、実際に入力端面と溝の内面とが接触して形成された2つの接触部像間の距離の測定値と、基準値とを比較することによって溝の曲面形状が所望の曲面形状になっているか検査することができる。
- [0098] 更に、曲面形状検査方法においては、撮像手段を用いて上記光学像を撮像することが望ましい。この場合、光学像が撮像手段により撮像されるため、モニタなどに映し出された光学像を用いて曲面形状を検査すればよい。これにより、検査が容易になると共に、検査を自動化することが可能である。
- [0099] また、曲面形状検査方法においては、出力端面を含む所定の領域であって光を吸収する光吸収体が各光ファイバにおけるクラッド領域を取り囲むように設けられている

領域を、上記ファイバ光学ブロックが有することが好ましい。この場合、出力端面を含む所定の領域において、光ファイバのコア領域によって伝搬されない光は、光吸収体で吸収される。したがって、入力端面以外からファイバ光学ブロックに入射した光や、光ファイバのコア領域から漏れた光などは、光吸収体で吸収される。そのため、光学像のS/N比が改善される。

[0100] 更に、光吸収体を含むファイバ光学ブロックを利用した曲面形状検査方法においては、各光ファイバにおけるコア領域とクラッド領域との屈折率差が、入力端面よりも上記所定の領域において小さくなっていることが好ましい。この場合、所定の領域では、コア領域に光が閉じ込められ難くなっている。そのため、高次モードの光はコア領域から漏れやすい。そして、コア領域から漏れた光は光吸収体で吸収される。したがって、光学像のS/N比が更に改善される。

[0101] 更にまた、曲面形状検査方法においては、透光性を有する膜を挟んで入力端面と測定面とを互いに押し付け、出力端面から出力される光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査することが望ましい。この場合には、被測定対象の測定面と入力端面との間に膜が挟まれていることにより、測定面と入力端面との接触部分の面積が大きくなる。したがって、測定面と入力端面との接触により形成される光学像の確認が容易になる。また、膜によりファイバ光学ブロックの入力端面が保護される。なお、膜は、シート及び液膜を含む意味である。

[0102] また、曲面形状検査方法においては、出力端面に設けられた検査パターンと、光学像とを比較して被測定対象の曲面形状を検査することが望ましい。この場合、出力端面に設けられた検査パターンと光学像とを直接比較するため、検査が容易になる。なお、検査パターンとしては、例えば、目盛りパターン等である。

[0103] 更に、曲面形状検査方法においては、光を発する発光性液体を測定面に塗布し、発光性液体が塗布された測定面と入力端面とを互いに押し付け、出力端面から出力される光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査することが好適である。この場合、被測定対象の測定面と入力端面とが互いに押し付けられると、入力端面と測定面とが接する領域の発光性液体は押し付けられる。したがって、入力端面と測定面とが接している領域の周りの領域は、発光性液体がない場合よりも明るくなる。そのた

め、光学像のコントラストが向上し、検査が容易になる。

- [0104] 更にまた、曲面形状検査方法においては、散乱体が含まれた散乱性液体を測定面に塗布し、散乱性液体が塗布された測定面と入力端面とを互いに押し付け、出力端面から出力される光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査することが好ましい。この場合、被測定対象の測定面と入力端面とが互いに押し付けられると、入力端面と測定面とが接する領域の散乱性液体は押しのけられる。したがって、入力端面と測定面とが接している領域の周りの領域は、散乱性液体がない場合よりも明るくなる。
- [0105] また、曲面形状検査方法においては、出力端面上に設けられた位置調整パターンの所定範囲内に光学像が位置するように、ファイバ光学ブロック及び被測定対象のうちの少なくとも一方の位置を調整することが望ましい。この場合、位置調整パターンの所定範囲内に光学像が位置するように、ファイバ光学ブロック及び被測定対象の少なくとも一方の位置が調整される。そのため、検査ごとの測定誤差のばらつきを所望の範囲内に抑えることができる。
- [0106] また、本発明によるファイバ光学ブロックは、一般には、被測定対象の曲面形状の検査に適用され、コア領域及びコア領域を取り囲むクラッド領域からなる光ファイバが複数束ねられ一体に成形されており、各光ファイバの一端から構成され少なくとも一部が湾曲している入力端面と、入力端面と反対側に位置し、入力端面に入射された光により形成される光学像を出力する出力端面とを備えることが好ましい。
- [0107] 上記構成では、ファイバ光学ブロックにおいて、少なくとも一部が湾曲している入力端面から各光ファイバに入射された光は、各光ファイバによって導光される。そして、各光ファイバを伝搬してきた光によって形成される光学像が出力端面から出力される。
- [0108] 被測定対象の曲面形状の検査においては、被測定対象における曲面形状を有する測定面に入力端面が押し付けられて検査が実施される。この場合、上記光学像は、入力端面と測定面との接触パターンに対応する。そのため、光学像を検査することによって被測定対象の曲面形状を検査することができる。
- [0109] ここで、検査は、例えば、実際に出力端面から出力された光学像と、被測定対象が

所望の曲面形状を有している場合に形成されるべき光学像とを比較することによって実施される。上記構成のファイバ光学ブロックを用いた曲面形状の検査では、被測定対象に押し付ければ被測定対象の曲面形状を検査できるため、検査が容易である。また、微粉末を使わないので作業性を向上させることができる。

[0110] 更に、ファイバ光学ブロックにおいては、入力端面の形状が半球状であることが好ましい。この場合には、球状の溝などを有する被測定対象の検査に好適に使用できる。

[0111] 更にまた、ファイバ光学ブロックにおいては、出力端面を含む所定の領域であって光を吸収する光吸収体が各光ファイバにおけるクラッド領域を取り囲むように設けられている領域を有することが望ましい。この場合、出力端面を含む所定の領域において、コア領域によって伝搬されない光は、光吸収体で吸収される。したがって、光学像のS/N比を改善することができる。

[0112] また、光吸収体を有するファイバ光学ブロックにおいては、各光ファイバにおけるコア領域とクラッド領域との屈折率差が、入力端面よりも上記所定の領域において小さくなっていることが望ましい。この場合には、所定の領域では、コア領域へ光が閉じ込められ難くなっているため、高次モードの光はコア領域から漏れやすい。そして、コア領域から漏れた光は、光吸収体で吸収される。これにより、光学像のS/N比が更に改善される。

[0113] 更に、ファイバ光学ブロックにおいては、出力端面上に、被測定対象の曲面形状を検査するための検査パターンが設けられていることが好適である。この構成では、検査パターン上に光学像が現われる。上述したように、被測定対象の曲面形状の検査においては、光学像は、測定面と入力端面との接触パターンに対応している。したがって、検査パターンと、光学像とを比較することによって被測定対象の曲面形状を検査することが可能である。

[0114] 更にまた、ファイバ光学ブロックにおいては、出力端面上に、被測定対象に対する位置を調整するための位置調整パターンが設けられていることが好ましい。この場合には、位置調整パターンの所定範囲内に光学像が含まれるようにファイバ光学ブロックを被測定対象に押し付けて検査する。これにより、検査ごとの測定誤差のばらつき

を所望の範囲に抑えることができる。

- [0115] また、ファイバ光学ブロックにおいては、複数の光ファイバは中空体状に束ねられていることが望ましい。この場合、複数の光ファイバは、中空体状に束ねられているため、中実に束ねられている場合に比べて光ファイバの使用本数を少なくすることができる。
- [0116] また、曲面形状検査装置は、一般には、被測定対象の曲面形状を検査する曲面形状検査装置であって、上記構成を有するファイバ光学ブロックと、ファイバ光学ブロックの出力端面を臨むように設けられ、出力端面から出力される光学像を撮像するための撮像手段とを備えることが好ましい。
- [0117] 上記構成では、本発明に係るファイバ光学ブロックの出力端面から出力される光学像が、撮像手段により撮像される。被測定対象の曲面形状の検査において、曲面形状を有する被測定対象の測定面と、入力端面とを互いに押し付けた場合に形成される光学像は、測定面と入力端面との接触パターンに対応する。そのため、光学像を用いて被測定対象の曲面形状を検査することができる。そして、上記構成の曲面形状検査装置では、出力端面から出力された光学像は、撮像手段で撮像されるため、モニタなどに映し出された光学像を用いて検査をすることが可能である。したがって、検査が容易であると共に、検査を自動化することができる。
- [0118] 更に、曲面形状検査装置は、入力端面を臨むように設けられ、入力端面を照明する照明手段を備えることが好ましい。この場合、照明手段は入力端面を臨むように設けられているので、被測定対象の曲面形状の検査において、被測定対象に入射端面を押し付けたときに照明手段で入力端面が照明されると、被測定対象の測定面も照明される。したがって、出力端面から出力される光学像をより鮮明にすることが可能である。
- [0119] また、曲面形状検査装置は、出力端面と撮像手段との間に配置され、光学像を撮像手段に入力するレンズ系を備えることが好適である。この場合には、光学像がレンズ系によって撮像手段に入力される。したがって、光学像をレンズ系によって、例えば、拡大して撮像手段に入力することが可能である。

産業上の利用可能性

[0120] 本発明は、簡易に曲面形状を検査することができる曲面形状検査方法、その検査方法に用いられるファイバ光学ブロック、及び、そのファイバ光学ブロックを適用した曲面形状検査装置として利用可能である。



## 請求の範囲

- [1] コア領域及び前記コア領域を取り囲むクラッド領域からなる光ファイバが複数束ねられ一体に成形されたファイバ光学ブロックにおける、各光ファイバの一端から構成され少なくとも一部が湾曲している入力端面と、被測定対象における曲面形状を有する測定面とを互いに押し付け、
- 前記入力端面と反対側に位置する前記ファイバ光学ブロックの出力端面から出力され、前記入力端面と前記測定面とが接触することにより形成された光学像を用いて前記被測定対象の曲面形状を検査することを特徴とする曲面形状検査方法。
- [2] 前記測定面は、前記被測定対象が有する溝の内面であって、前記光学像は、前記入力端面と前記測定面との2つの接触部に対応する2つの接触部像を含んで構成されており、前記2つの接触部像間の距離を測定することによって前記被測定対象の曲面形状を検査することを特徴とする請求項1記載の曲面形状検査方法。
- [3] 撮像手段を用いて前記光学像を撮像することを特徴とする請求項1記載の曲面形状検査方法。
- [4] 前記出力端面を含む所定の領域であって光を吸収する光吸収体が各光ファイバにおける前記クラッド領域を取り囲むように設けられている領域を、前記ファイバ光学ブロックが有することを特徴とする請求項1記載の曲面形状検査方法。
- [5] 各光ファイバにおける前記コア領域と前記クラッド領域との屈折率差が、前記入力端面よりも前記所定の領域において小さくなっていることを特徴とする請求項4記載の曲面形状検査方法。
- [6] 透光性を有する膜を挟んで前記入力端面と前記測定面とを互いに押し付け、前記出力端面から出力される前記光学像を用いて前記被測定対象の曲面形状を検査することを特徴とする請求項1記載の曲面形状検査方法。
- [7] 前記出力端面に設けられた検査パターンと、前記光学像とを比較して前記被測定対象の曲面形状を検査することを特徴とする請求項1記載の曲面形状検査方法。
- [8] 光を発する発光性液体を前記測定面に塗布し、前記発光性液体が塗布された前記測定面と前記入力端面とを互いに押し付け、前記出力端面から出力される前記光学像を用いて前記被測定対象の曲面形状を検査することを特徴とする請求項1記載

の曲面形状検査方法。

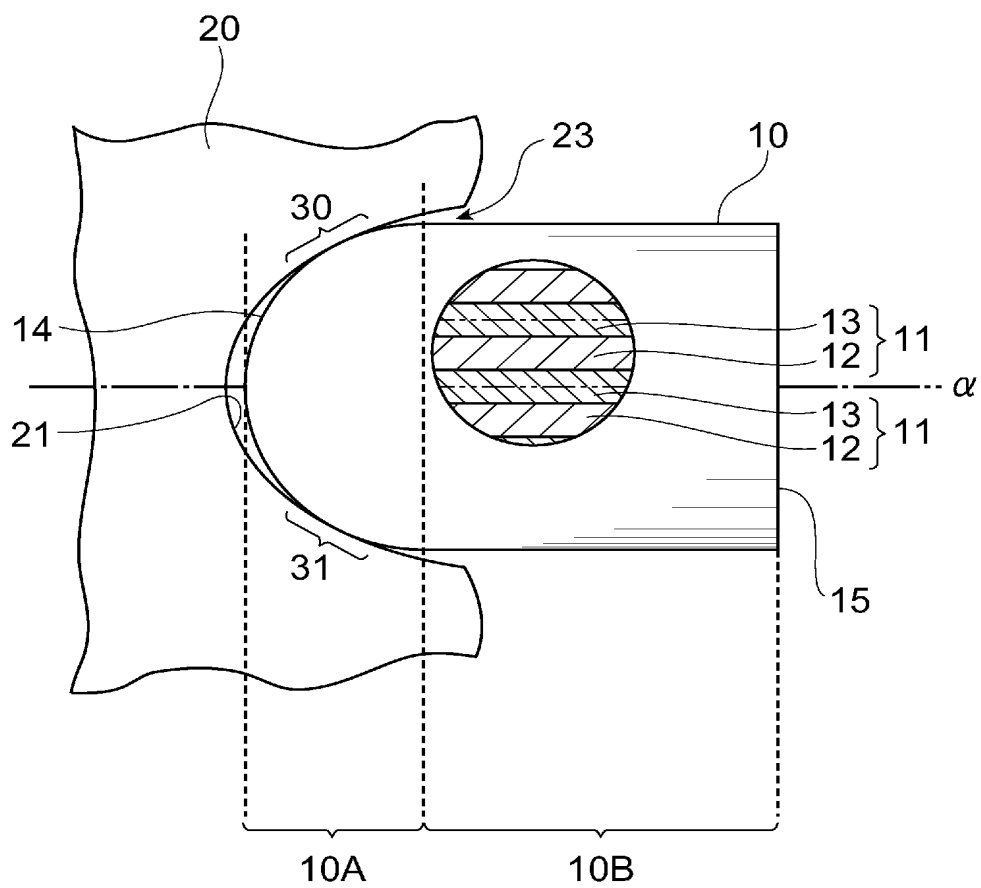
- [9] 散乱体が含まれた散乱性液体を前記測定面に塗布し、前記散乱性液体が塗布された前記測定面と前記入力端面とを互いに押し付け、前記出力端面から出力される前記光学像を用いて前記被測定対象の曲面形状を検査することを特徴とする請求項1記載の曲面形状検査方法。
- [10] 前記出力端面上に設けられた位置調整パターンの所定範囲内に前記光学像が位置するように、前記ファイバ光学ブロック及び前記被測定対象のうちの少なくとも一方の位置を調整することを特徴とする請求項1記載の曲面形状検査方法。
- [11] 被測定対象の曲面形状の検査に適用され、コア領域及び前記コア領域を取り囲むクラッド領域からなる光ファイバが複数束ねられ一体に成形されており、各光ファイバの一端から構成され少なくとも一部が湾曲している入力端面と、前記入力端面と反対側に位置し、前記入力端面に入射された光により形成される光学像を出力する出力端面とを備えることを特徴とするファイバ光学ブロック。
- [12] 前記入力端面の形状が半球状であることを特徴とする請求項11記載のファイバ光学ブロック。
- [13] 前記出力端面を含む所定の領域であって光を吸収する光吸収体が各光ファイバにおける前記クラッド領域を取り囲むように設けられている領域を有することを特徴とする請求項11記載のファイバ光学ブロック。
- [14] 各光ファイバにおける前記コア領域と前記クラッド領域との屈折率差が、前記入力端面よりも前記所定の領域において小さくなっていることを特徴とする請求項13記載のファイバ光学ブロック。
- [15] 前記出力端面上に、前記被測定対象の曲面形状を検査するための検査パターンが設けられていることを特徴とする請求項11記載のファイバ光学ブロック。
- [16] 前記出力端面上に、前記被測定対象に対する位置を調整するための位置調整パターンが設けられていることを特徴とする請求項11記載のファイバ光学ブロック。
- [17] 複数の光ファイバは中空体状に束ねられていることを特徴とする請求項11記載のファイバ光学ブロック。
- [18] 被測定対象の曲面形状を検査する曲面形状検査装置であって、

請求項11～請求項17の何れか1項に記載のファイバ光学ブロックと、  
前記ファイバ光学ブロックの前記出力端面を臨むように設けられ、前記出力端面から出力される光学像を撮像するための撮像手段と  
を備えることを特徴とする曲面形状検査装置。

[19] 前記入力端面を臨むように設けられ、前記入力端面を照明する照明手段を備えることを特徴とする請求項18記載の曲面形状検査装置。

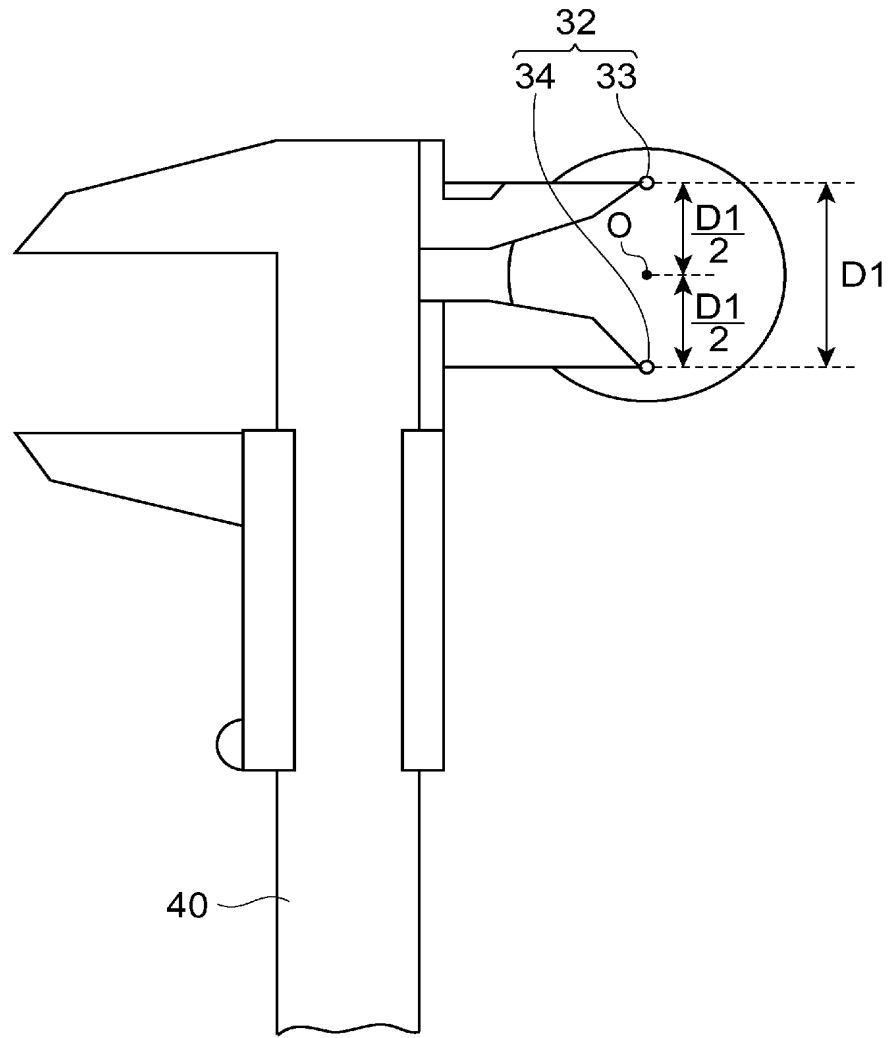
[20] 前記出力端面と前記撮像手段との間に配置され、前記光学像を前記撮像手段に入力するレンズ系を備えることを特徴とする請求項18記載の曲面形状検査装置。

[図1]

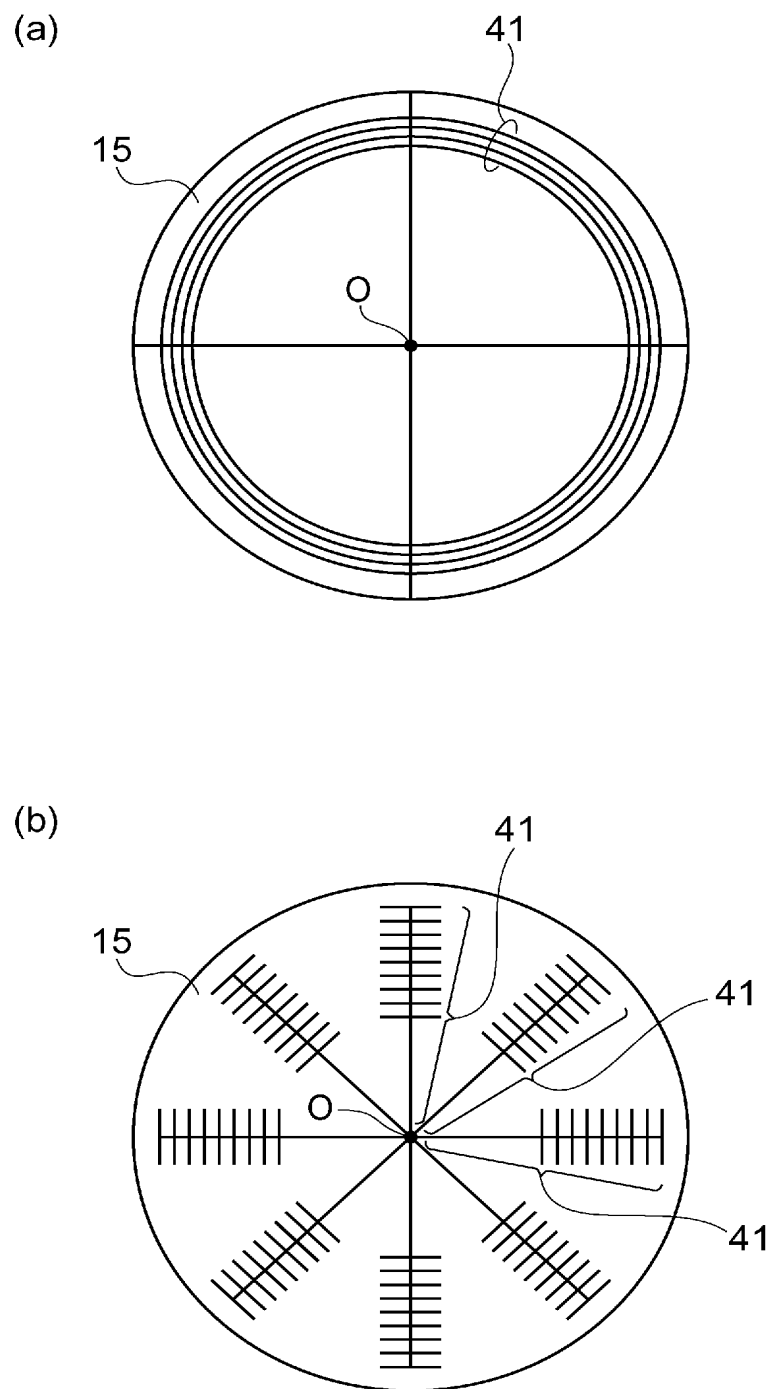




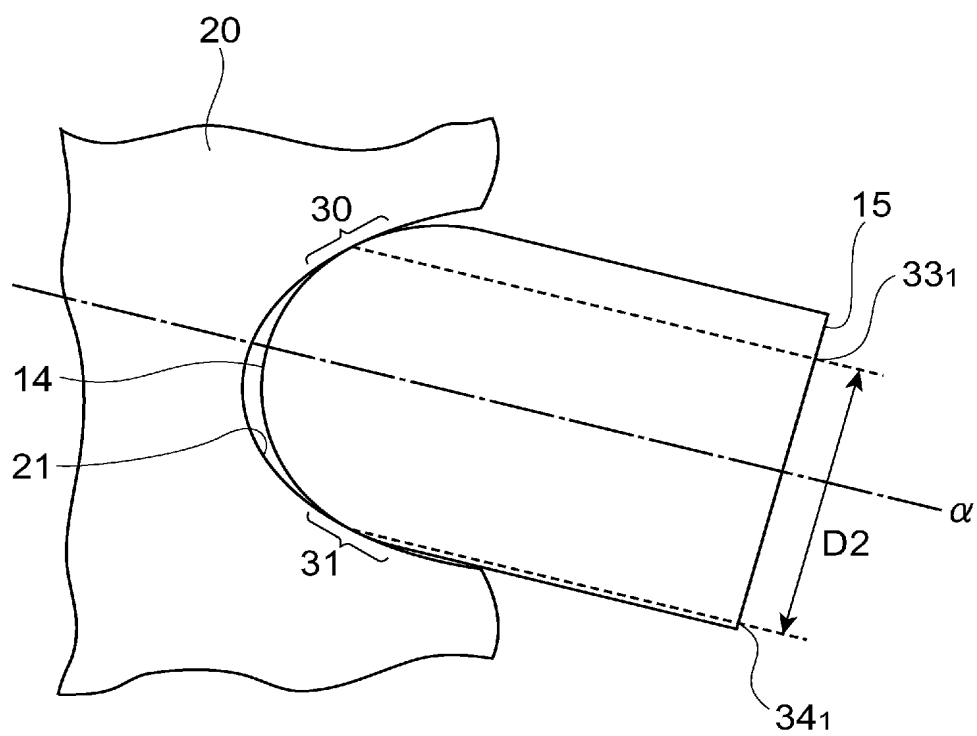
[図3]



[図4]

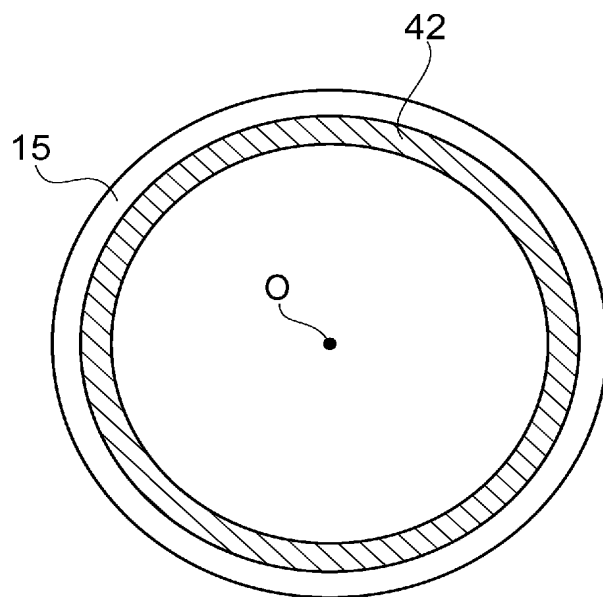


[図5]



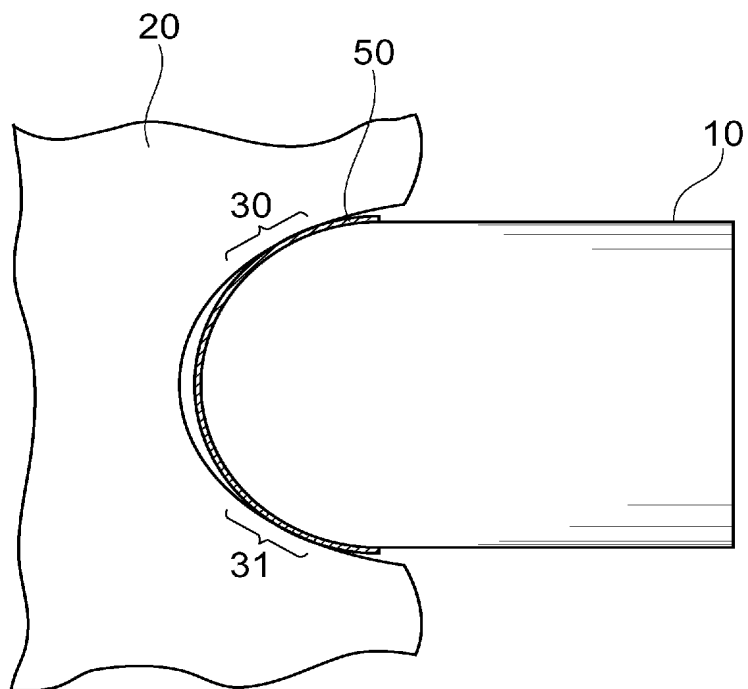


[図6]

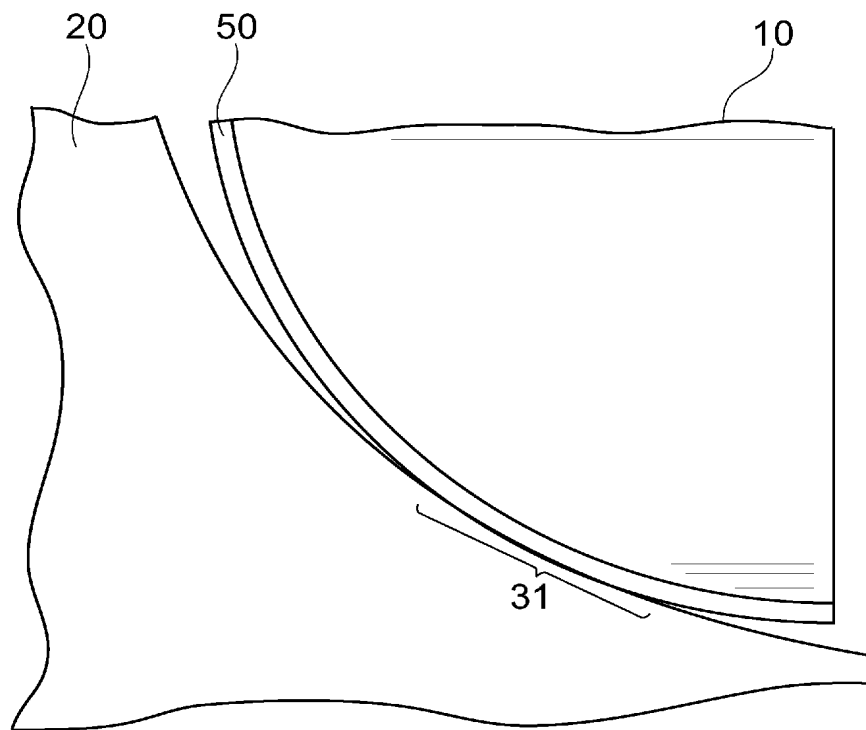


[図7]

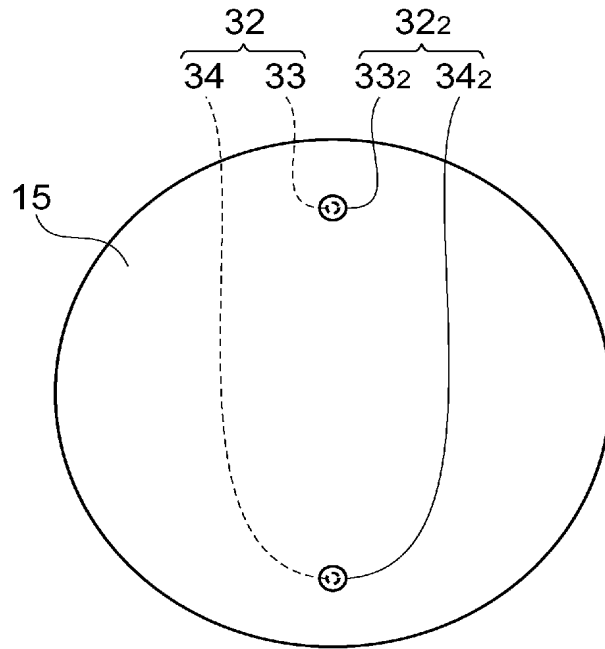
(a)



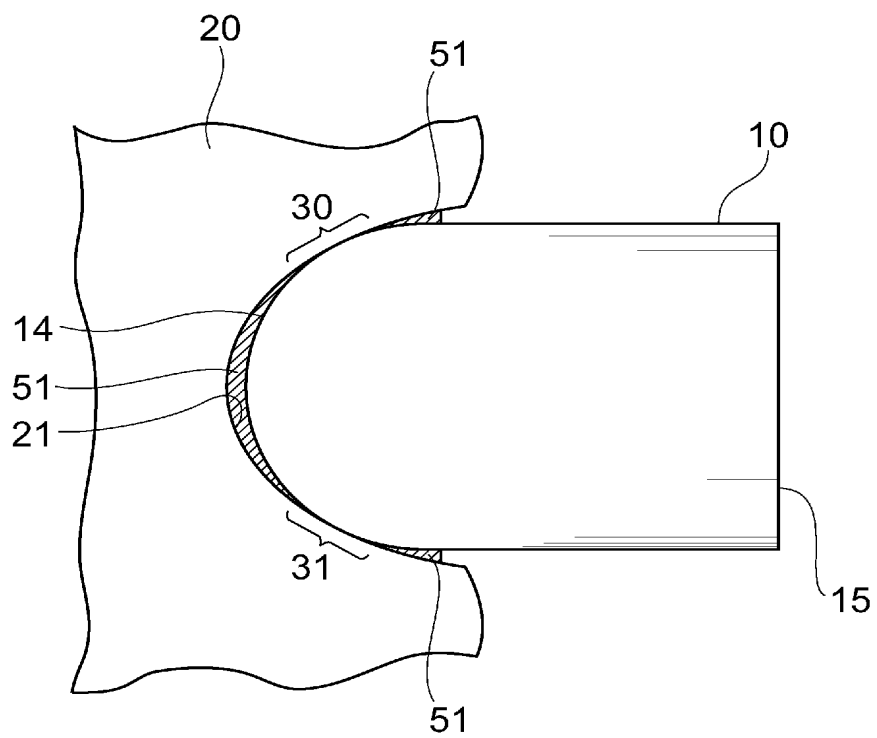
(b)



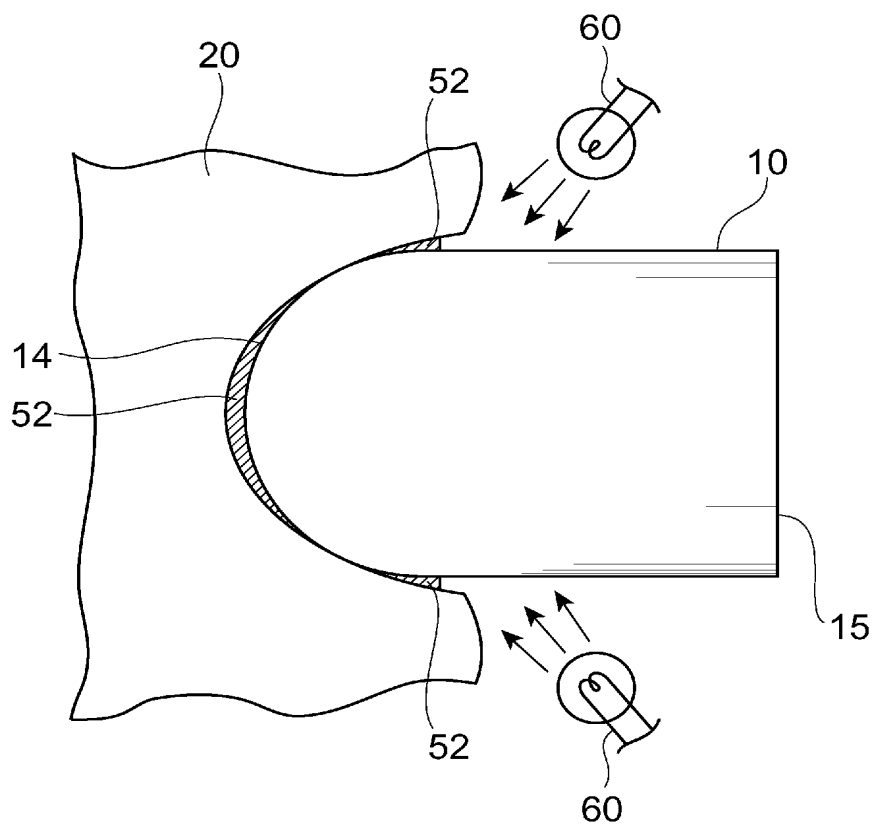
[図8]



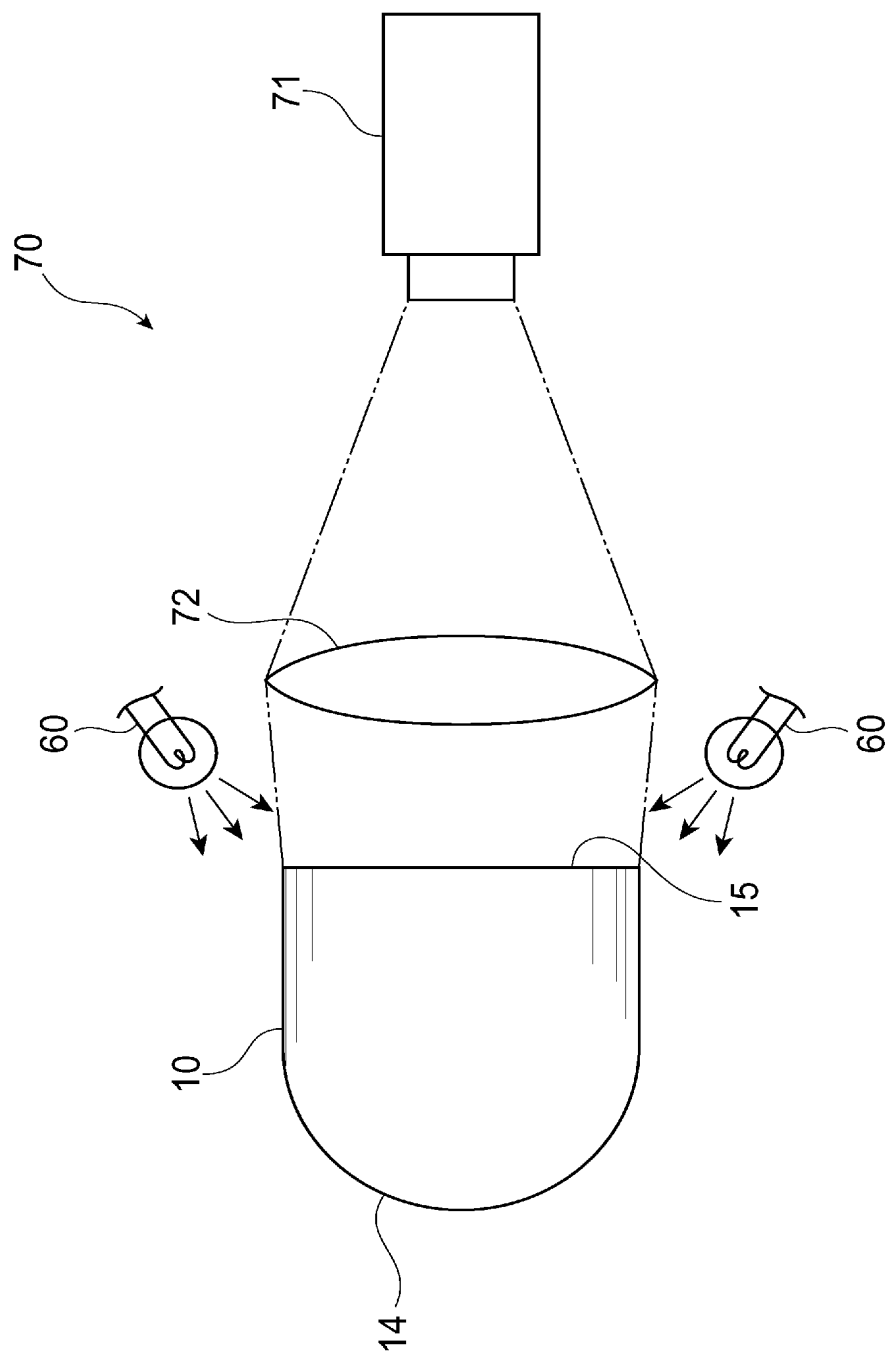
[図9]



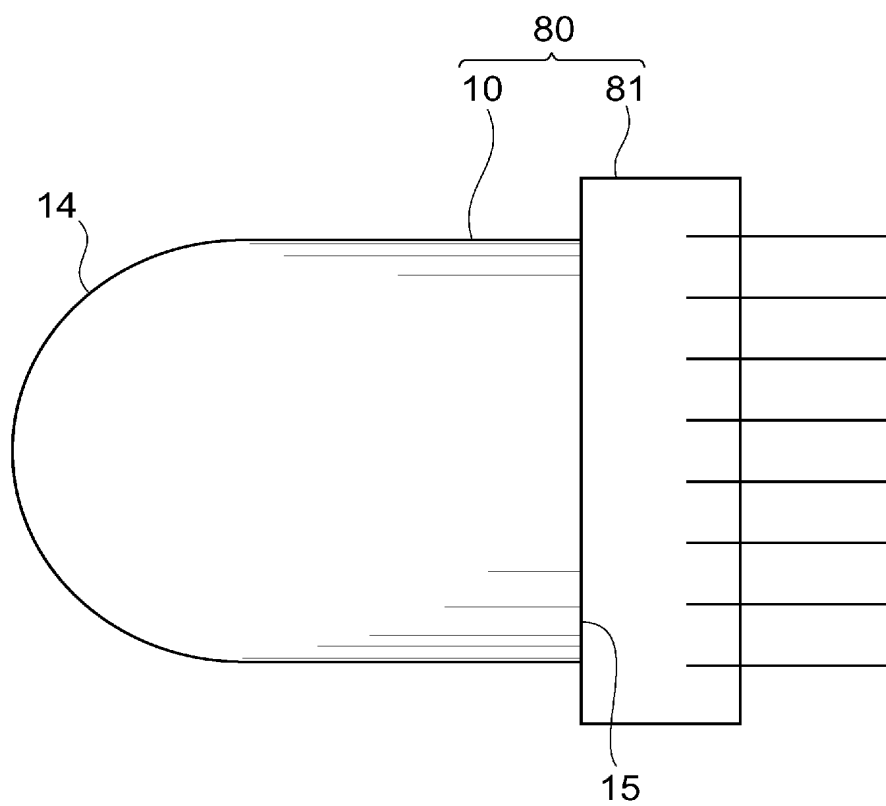
[図10]



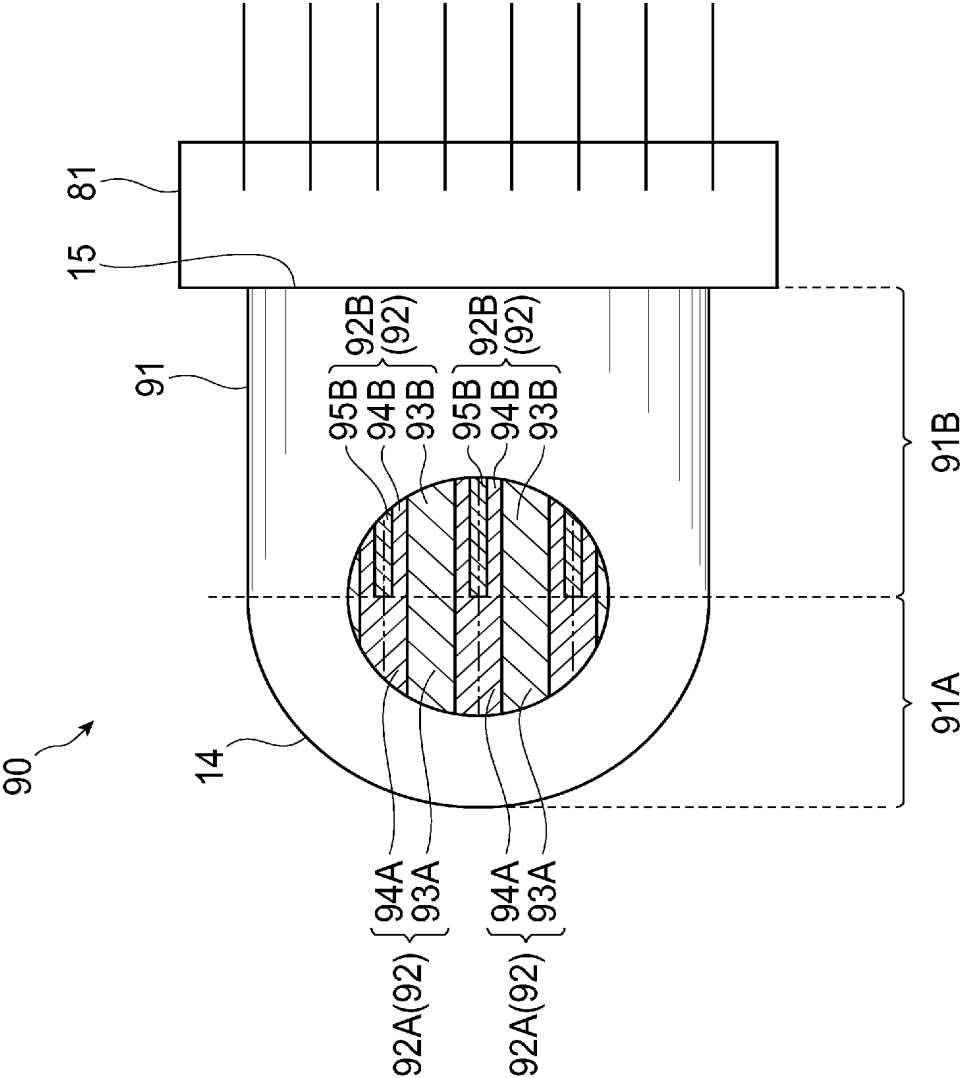
[図11]



[図12]

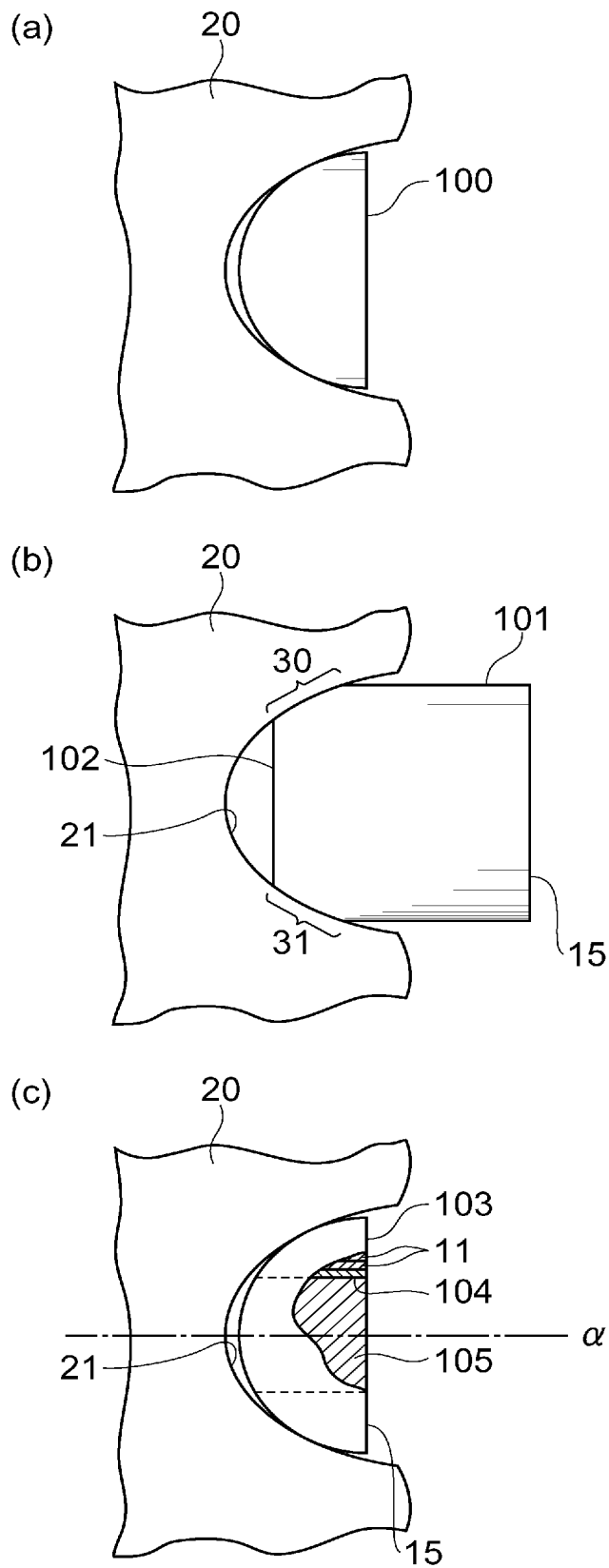


[図13]

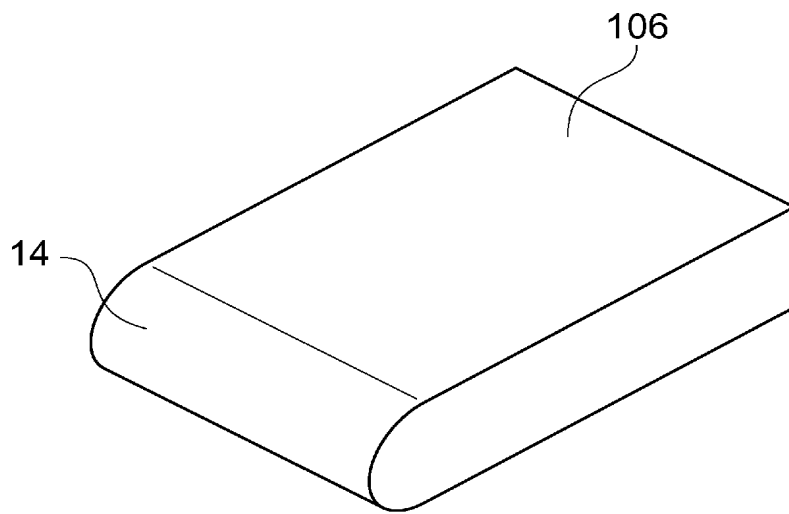




[図14]



[図15]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019537

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/00-11/30, G01B3/00-5/30, G01B21/00-21/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-99603 A (Bridgestone Corp.), 23 April, 1993 (23.04.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 4-194703 A (TOYOSEIKISEISAKU-SHO, LTD.), 14 July, 1992 (14.07.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
23 February, 2005 (23.02.05)

Date of mailing of the international search report  
08 March, 2005 (08.03.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
IPC7 G01B11/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

IPC7 G01B11/00-11/30, G01B 3/00- 5/30,  
G01B21/00-21/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 5-99603 A(株式会社ブリヂストン)1993.04.23 全文全図(ファミリーなし)	1-20
A	JP 4-194703 A(株式会社東洋精機製作所)1992.07.14 全文全図(ファミリーなし)	1-20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.02.2005

国際調査報告の発送日

08.3.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
岡田 卓弥

2 S 9206

電話番号 03-3581-1101 内線 3216